



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le

20 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

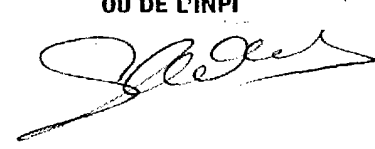


REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

| | | | |
|--|----------------------|---|--|
| REMISE DES PIÈCES DATE 4 JUIL, 2002 LIEU 99 0208413 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 04 JUIL, 2002 | | 1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN Jacques BAUVIR Service SGD/LG/PI - LAD 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 | |
| Vos références pour ce dossier (facultatif) P10-1459/JB | | | |
| C nfirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | | | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE | | Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Demande de certificat d'utilité | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande divisionnaire | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande de brevet initiale | | N° _____ Date ____/____/____ | |
| ou demande de certificat d'utilité initiale | | N° _____ Date ____/____/____ | |
| Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> | | <input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____ | |
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Estimation de l'usure d'un pneu | | | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| 5 DEMANDEUR | | <input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| Nom ou dénomination sociale | | Société de Technologie MICHELIN | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | Société Anonyme | |
| N° SIREN | | 4 1 4 6 2 4 3 7 9 | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | Rue | 23 rue Breschet | |
| | Code postal et ville | 63000 CLERMONT-FERRAND | |
| Pays | | FRANCE | |
| Nationalité | | Française | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |

| | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------------|--|--|--|
| REMISE DES PIÈCES DATE 4 JUIL. 2002 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | | 0208413 | | 09 540 W / 260899 | |
| Vos références pour ce dossier : (facultatif) | | | P10-1459/JB | | |
| 6 MANDATAIRE | | | | | |
| Nom | | | BAUVIR | | |
| Prénom | | | Jacques | | |
| Cabinet ou Société | | | Manufacture Française des Pneumatiques MICHELIN | | |
| N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel | | | PG 7107 et 7112 | | |
| Adresse | Rue | 23 place des Carmes Déchaux | | | |
| | Code postal et ville | 63040 | CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 | | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | 04 73 10 73 68 | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | 04 73 10 86 96 | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | | | |
| 7 INVENTEUR (S) | | | | | |
| Les inventeurs sont les demandeurs | | | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée | | |
| 8 RAPPORT DE RECHERCHE | | | | | |
| Établissement immédiat ou établissement différé | | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | |
| Paiement échelonné de la redevance | | | Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | | |
| 9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | | | | |
| Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) : | | | | | |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes | | | 1 | | |
| 10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020 Jacques BAUVIR, Salarié MFPM | | | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  | |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1b. / 2..

| | |
|---|-------------------|
| Réservé à l'INPI | |
| REMISE DES PIÈCES | DATE 4 JUIL. 2002 |
| LIEU 39 | 0208413 |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | |

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W / 260899

| | | | |
|--|----------------------|---|----------------|
| V s références pour ce dossier (facultatif) | | P10-1459/JB | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation | |
| | | Date / / | N° |
| | | Pays ou organisation | |
| | | Date / / | N° |
| | | Pays ou organisation | |
| | | Date / / | N° |
| 5 DEMANDEUR | | | |
| Nom ou dénomination sociale | | MICHELIN Recherche et Technique S.A. | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | Société Anonyme | |
| N° SIREN | | | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | Rue | Route Louis Braille 10 et 12 | |
| | Code postal et ville | 1763 | GRANGES-PACCOT |
| Pays | | SUISSE | |
| Nationalité | | Suisse | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |
| 5 DEMANDEUR | | | |
| Nom ou dénomination sociale | | | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | | |
| N° SIREN | | | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | Rue | | |
| | Code postal et ville | | |
| Pays | | | |
| Nationalité | | | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |
| 10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI | |
| Pour MFPM - Mandataire 422-5/S.020 Jacques BAUVIR, Salarié MFPM | | | |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'Informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

La présente invention concerne les pneumatiques, et plus particulièrement l'estimation de l'usure de ceux-ci.

5 Il peut être intéressant d'être capable, sinon de mesurer de façon précise, au moins d'estimer l'usure des pneumatiques montés sur les véhicules, afin d'alerter le conducteur et/ou de modifier automatiquement les paramètres de systèmes embarqués sur véhicule. Par exemple, il y aurait avantage à ce que l'on puisse ajuster automatiquement en fonction de l'usure des pneumatiques certains paramètres de systèmes anti-bloquage de roue, pour améliorer leurs
10 performances.

L'objectif de la présente invention est de proposer un procédé d'estimation de l'usure des pneumatiques facile à installer notamment sur les véhicule déjà équipés de système d'anti-bloquage de roues (bien connus sous l'appellation « ABS »), ce qui est de plus en plus courant.

15

L'invention propose une méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneu, comprenant les étapes suivantes :

- déterminer des estimations ou des mesures du glissement G_i et du coefficient d'adhérence μ_i existant audit glissement, pour au moins une paire de valeurs (G_i, μ_i) ;
- 20 • déterminer les valeurs correspondantes de la pente α_i , de la droite passant par l'origine et par (G_i, μ_i) ;
- calculer un paramètre B par calcul direct ou par une régression à partir d'un nombre suffisant de paires avec (α_i, G_i) de façon à estimer la valeur de α_0 à l'origine ;
- utiliser α_0 comme indicateur de la valeur de la rigidité longitudinale de sculpture.

25

Le coefficient d'adhérence peut, dans le contexte de la présente invention, être obtenu de n'importe quelle manière appropriée, par exemple à partir de mesures faites dans le pneumatique ou son environnement. Lorsque l'invention est appliquée à des véhicules équipés de freins ABS, on peut, sans que cela ne soit obligatoire, se baser sur une estimation du
30 coefficient d'adhérence du genre de celle effectuée dans de tels systèmes, comme rappelé ci-après. Lors d'un freinage ligne droite sur un sol homogène, la force de freinage F_X du pneu au sol est déterminée à partir de la pression de freinage et des paramètres de construction de la roue et de son frein. La connaissance de l'ensemble des forces F_X appliquées par tous les pneus

permet de calculer la décélération du véhicule, donc compte tenu des caractéristiques du véhicule le transfert de charge, donc les variations de charges sur chacune des roues. On peut en déduire une approximation de la charge verticale F_z appliquée sur chaque pneumatique. On

obtient ainsi une estimation du coefficient d'adhérence $\mu = \frac{F_x}{F_z}$. Si l'on connaît, par une

- 5 estimation ou une mesure, l'effort latéral correspondant F_y , une estimation plus précise du coefficient d'adhérence est donnée par la formule $\mu = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{F_z}$. Dans le contexte de la

présente invention, on considérera ces deux estimations comme équivalentes. De même et ceci est bien clair pour l'homme du métier, dans le contexte de la présente invention, tout ce qui est exposé à propos du freinage reste valable en cas d'accélération ; autrement dit, un effort
10 freineur est, quant au considérations relatives à l'adhérence, équivalent à un effort moteur, même si bien entendu, les actuateurs pour modifier ceux-ci ne sont pas les mêmes.

Quant au taux de glissement G du pneumatique, rappelons que $G = 0\%$ lorsqu'il n'y a pas de glissement entre la vitesse du pneumatique et la vitesse du véhicule, c'est à dire lorsque le pneu
15 roule librement, et que $G = 100\%$ lorsque le pneu est bloqué en rotation pendant que la vitesse du véhicule est non nulle.

L'invention va être expliquée plus en détails dans la suite, à consulter avec les figures jointes dans lesquelles :

- 20 - la figure 1 est un bloc-diagramme représentant le procédé selon l'invention,
- la figure 2 est une courbe de variation du coefficient d'adhérence par rapport au glissement et la variation au même glissement de la sécante passant par l'origine et le point de la courbe précédente au même glissement,
- la figure 3 donne plusieurs relevés de variation du coefficient d'adhérence par rapport au
25 glissement pour un même pneu dans différentes conditions d'essai,
- la figure 4 donne une courbe schématique typique de variation du coefficient d'adhérence par rapport au glissement et montre l'allure des sécantes passant par l'origine et la courbe pour trois glissements particuliers,

- la figure 5 donne une courbe schématique typique de variation linéaire en fonction du glissement de la pente de la sécante passant par l'origine et le point de la courbe de variation du coefficient d'adhérence au même glissement.

5 La présente invention est basée sur les observations suivantes. La figure 3 donne différentes courbes de coefficient d'adhérence μ en fonction du glissement pour un même pneumatique MICHELIN XH1 195/65-15 neuf, mesuré à une condition de charge et de vitesse, sur différents sols, à une pression de gonflage de 2 bars. Typiquement, en fonction de l'environnement (nature du sol (asphalte, béton), sec ou mouillé (hauteur d'eau), température et niveau d'usure du
10 pneumatique), la valeur de μ en fonction du glissement G peut varier énormément (μ vaut environ 0.15 sur de la glace et environ 1.2 sur un sol sec).

On exploite des mesures faites à chaque freinage (ou à chaque accélération), pendant l'évolution du coefficient d'adhérence vers une valeur maximale, en utilisant l'ensemble des
15 informations disponibles pertinentes.

La figure 1 illustre l'algorithme proposé, dont les étapes principales sont les suivantes :

1. Acquisition des points (G_i, μ_i) , par mesure ou par estimation, selon les possibilités
20 pratiques. Il convient d'acquérir au moins 2 points, c'est à dire deux paires (G_i, μ_i) . On s'assure que le glissement G_i est significativement non nul ; on peut imposer un seuil minimal de glissement pour éliminer des valeurs trop faibles pour être pertinentes.

2. Calcul de l'angle α caractéristique de la sécante passant par l'origine et la courbe $\mu(G)$:
25 avec les valeurs (G_i, μ_i) précédemment acquises, on évalue la valeur de la sécante, par un calcul direct $\alpha_i = \mu_i / G_i$, (voir figure 4) ou en procédant à une régression adaptée, par

exemple linéaire : $\Sigma_{GG} = \sum G_j^2, \Sigma_{G\mu} = \sum G_j \cdot \mu_j, \alpha_i = \frac{\Sigma_{G\mu}}{\Sigma_{GG}}$, en considérant

tous les points d'indice inférieur ou égal à i de façon à s'affranchir du bruit. En effet, la régression linéaire est par nature beaucoup moins sensible au bruit de mesure sur chaque
30 point individuel, les perturbations ayant tendance à s'annuler si on considère un nombre de points suffisant (cfr. propriétés statistiques de base). Cette approche est

particulièrement intéressante car, contrairement au passé, on ne s'intéresse pas aux valeurs individuelles (imprécises car bruitées) mais à des tendances se dégageant de plusieurs valeurs. On obtient donc les couples (α_i, G_i) .

- 5 3. Calcul d'un paramètre B par régression avec (α_i, G_i) : on calcule une régression à partir d'un nombre suffisant de points, le nombre de points permettant de rendre la méthode suffisamment indépendante du bruit :

- Cas d'une régression linéaire (voir figure 5) :

$$B^{Lin} = \frac{\sum \alpha \cdot \sum G^2 - \sum G \cdot \alpha \cdot \sum G}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2}$$

- 10 • Cas d'une régression exponentielle :

$$B^{Exp} = \frac{\sum \ln(\alpha) \cdot \sum G^2 - \sum G \cdot \ln(\alpha) \cdot \sum G}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2}$$

Par la régression la plus adaptée (les différentes régressions à envisager sont bien connues de l'homme du métier), on obtient donc B.

- 15 4. Calcul de la rigidité longitudinale : le paramètre B obtenu ci-dessus est représentatif de la rigidité longitudinale du pneumatique ;

- Cas d'une régression linéaire : Rigidité = B^{Lin}
- Cas d'une régression exponentielle : Rigidité = $e^{B^{Exp}}$

Notons que le paramètre B est égal à la valeur de l'angle caractéristique α pour un glissement nul (α_0). On ne peut cependant pas le calculer directement, on l'obtient par une régression. On propose ici soit une régression linéaire, soit une régression exponentielle.

- 20 5. Estimation de l'usure : partant d'une sculpture standard ayant une hauteur initiale $H_0 = 8\text{mm}$, ayant enregistré une rigidité Rigidité₀ standard à l'état neuf, et ayant enregistré une remise à zéro actionnée à chaque remplacement de pneus, on obtient une estimation H de la hauteur résiduelle de sculpture par une règle de trois, par exemple (à défaut d'un modèle plus sophistiqué) :

$$H = H_0 \cdot \frac{\text{Rigidité}}{\text{Rigidité}_0}.$$

Bien entendu, on peut enrichir le calcul de H en moyennant le résultat obtenu sur plusieurs freinages (ou plusieurs phases d'efforts moteur, ce qui est équivalent comme on l'a déjà précisé). Cela rend le résultat plus fiable.

5

L'invention permet d'obtenir une bonne approximation de la rigidité longitudinale du pneumatique. Or celle-ci comporte deux composantes : la composante structurelle provenant de la carcasse du pneu, et la composante de "sculpture" de la bande de roulement. La composante structurelle reste constante au cours de la vie du pneumatique. En revanche, la composante de "sculpture" varie au fur et à mesure de l'usure. Il y a une augmentation de la rigidité sensiblement proportionnellement à l'usure. D'où une application intéressante de l'invention à l'estimation de l'usure des pneumatiques.

10

En moyennant ledit indicateur de la valeur finale sur une période de temps suffisante, pour s'affranchir de l'influence des différents sols sur lesquels roule le pneumatique, et en comparant avec des valeurs de référence pour le pneumatique considéré, on peut obtenir une estimation fiable de l'usure du pneumatique.

15

REVENDICATIONS

1. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique, comprenant les étapes
5 suivantes :
 - déterminer des estimations ou des mesures du glissement G_i et du coefficient d'adhérence μ_i existant audit glissement, pour au moins une paire de valeurs (G_i, μ_i) ;
 - déterminer les valeurs correspondantes de la pente α_i , de la droite passant par l'origine et par (G_i, μ_i) ;
 - 10 • calculer un paramètre B par calcul direct ou par une régression à partir d'un nombre suffisant de paires avec (α_i, G_i) de façon à estimer la valeur de α_0 à l'origine ;
 - utiliser α_0 comme indicateur de la valeur de la rigidité longitudinale de sculpture.
2. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 1, dans
15 laquelle la détermination de la pente α_i se fait par calcul direct $\alpha_i = \mu_i / G_i$.
3. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 1, dans laquelle la détermination de la pente α_i se fait en procédant à une régression adaptée.
- 20 4. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 1, dans laquelle on procède à une régression linéaire :

$$\Sigma_{GG} = \sum G_j^2, \Sigma_{G\mu} = \sum G_j \cdot \mu_j, \alpha_i = \frac{\Sigma_{G\mu}}{\Sigma_{GG}}$$

5. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 1, dans
25 laquelle le paramètre B, représentatif de la rigidité longitudinale du pneumatique, est calculé par la régression linéaire suivante :

$$B^{Lm} = \frac{\sum \alpha \cdot \sum G^2 - \sum G \cdot \alpha \cdot \sum G}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2}$$

6. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 1, dans laquelle le paramètre B, représentatif de la rigidité longitudinale du pneumatique, est calculé par la régression exponentielle suivante :

$$B^{Exp} = \frac{\sum \ln(\alpha) \cdot \sum G^2 - \sum G \cdot \ln(\alpha) \cdot \sum G}{n \cdot \sum G^2 - (\sum G)^2}$$

5

7. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle on procède à une moyenne de α_0 , et on effectue une comparaison avec des valeurs de référence pour le pneumatique considéré, afin d'estimer le du taux d'usure du pneumatique.

10

8. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 7, dans laquelle on estime la hauteur résiduelle de sculpture du pneumatique de la façon suivante :

$$H = H_0 \cdot \frac{Rigidité}{Rigidité_0}$$

- 15 9. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 7, dans laquelle on procède à une moyenne de α_0 sur un nombre de freinage ou d'accélération prédéterminé.

- 20 10. Méthode de contrôle du fonctionnement d'un pneumatique selon la revendication 7, dans laquelle on procède à une moyenne de α_0 sur une distance prédéterminée.

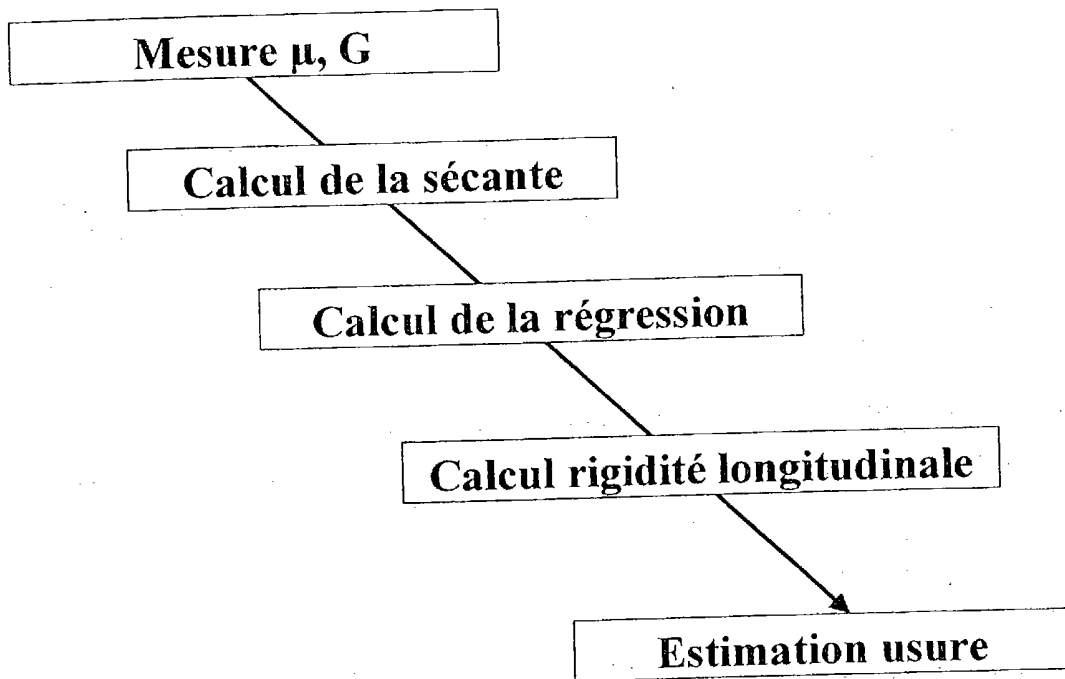


Fig. 1

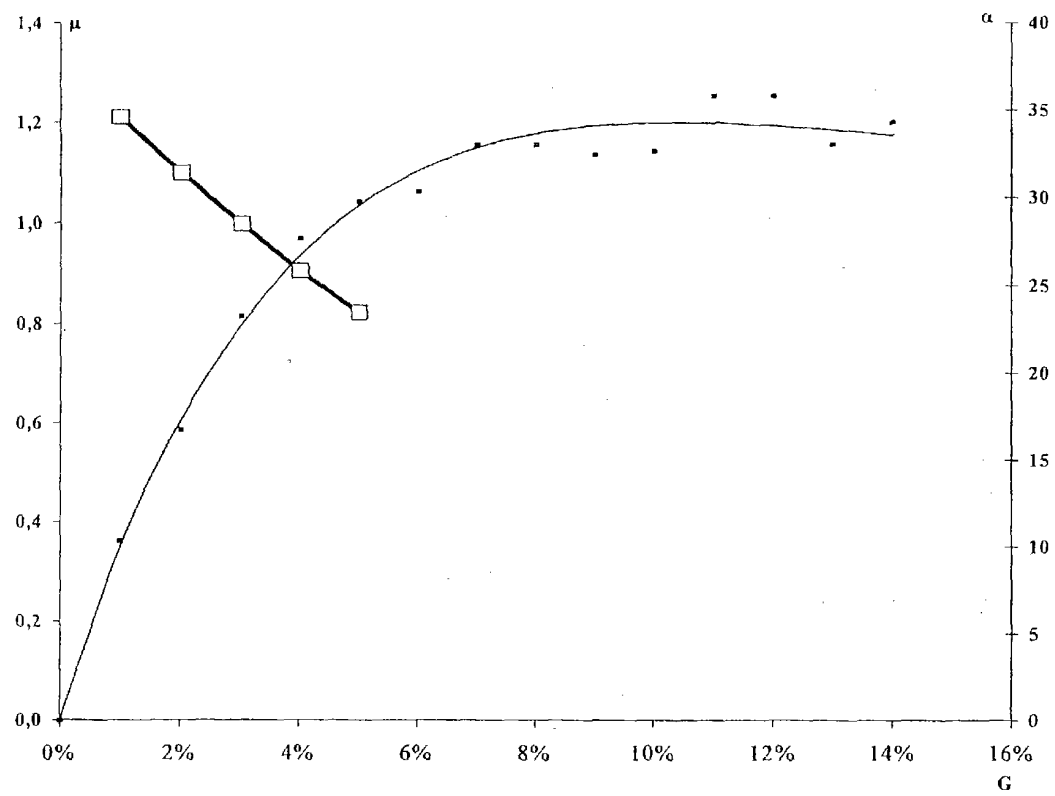


Fig. 2

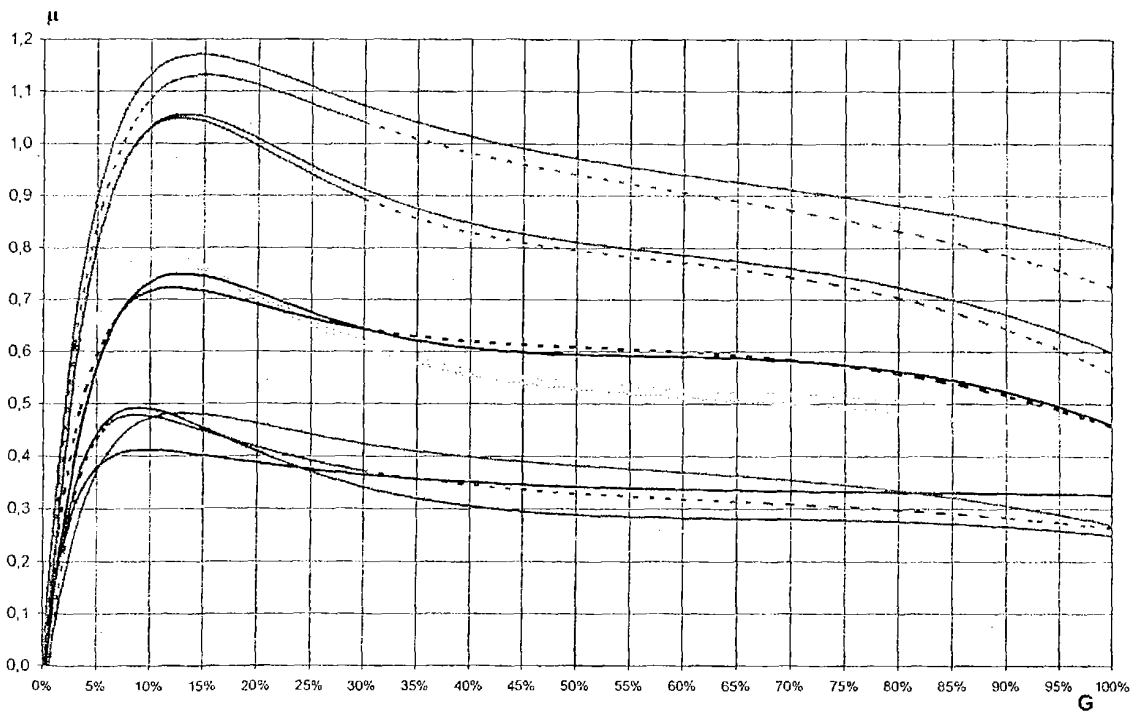


Fig. 3

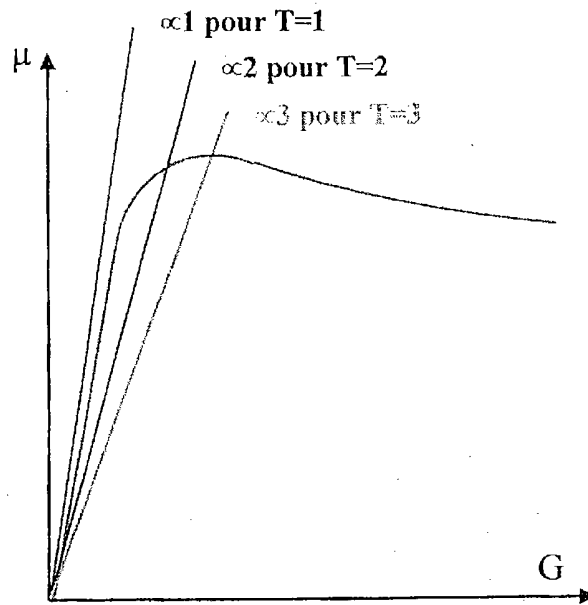


Fig. 4

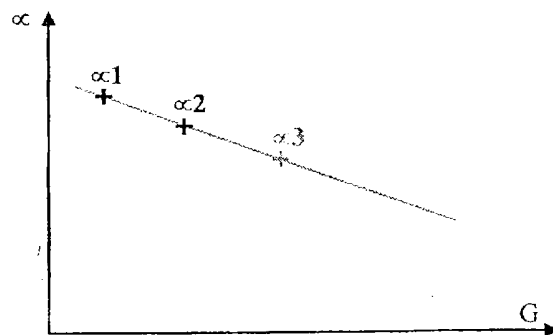


Fig. 5

